

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-17075

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 23/29

H 0 1 L 23/30

R

23/31

C 0 8 L 33/20

C 0 8 L 33/20

63/00

A

63/00

65/00

65/00

H 0 1 L 21/60

3 1 1 S

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-117431

(71) 出願人 000003964

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月27日

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号

(31) 優先権主張番号 特願平9-111321

(72) 発明者 桑村 誠

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東

(32) 優先日 平9(1997) 4月28日

電工株式会社内

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(72) 発明者 水谷 昌紀

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東

電工株式会社内

(72) 発明者 野呂 弘司

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東

電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 西藤 征彦

最終頁に続く

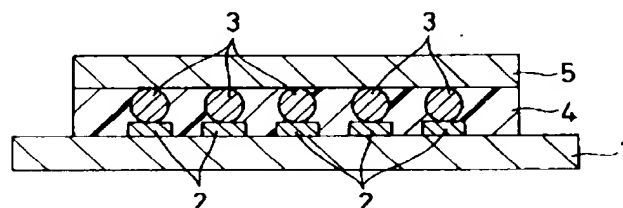
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子と配線回路基板および接続用電極に生ずる応力の緩和効果に優れ高信頼性を有する半導体装置を提供する。

【解決手段】 複数の接続用電極部2が設けられた配線回路基板1面に、上記接続用電極部2に対応する接続用電極部3が設けられた半導体素子5が、上記配線回路基板1面に設けられた接続用電極部2と半導体素子5面に設けられた接続用電極部3とが当接状態で搭載され、上記配線回路基板1と半導体素子5との間の空隙が封止樹脂層4によって封止された半導体装置である。しかも、上記封止樹脂層が、下記の硬化物特性(X)を備えている。

(X) 25℃における引張弾性率が0.5～500MPaである。



1 : 配線回路基板

2 : 接続用電極部

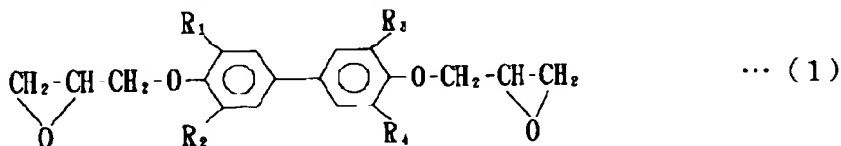
3 : 接続用電極部

5 : 半導体素子

4 : 封止樹脂層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の接続用電極部が設けられた配線回路基板面に、上記接続用電極部に対応する接続用電極部が設けられた半導体素子が、上記配線回路基板面に設けられた接続用電極部と半導体素子面に設けられた接続用電極部とが当接状態で搭載され、上記配線回路基板と半導体素子との間の空隙が封止樹脂層によって封止される半導体装置であって、上記封止樹脂層が、下記の硬化物特性(X)を備えていることを特徴とする半導体装置※



〔上記式(1)において、R<sub>1</sub>～R<sub>4</sub>は炭素数1～4のアルキル基であって、互いに同じであっても異なってもよい。〕

(B) アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体

【請求項3】 上記(B)成分であるアクリロニトリル-ブタジエン系共重合体か、アクリロニトリル-ブタジエン-メタクリル酸共重合体である請求項2記載の半導体装置

【請求項4】 上記(B)成分であるアクリロニトリル-ブタジエン系共重合体か、アクリロニトリル-ブタジエン-アクリル酸共重合体である請求項2記載の半導体※

## \* 置

(X) 25℃における引張弾性率が0.5～500MPaである。

【請求項2】 上記封止樹脂層が、下記の(A)および(B)成分を含有するエポキシ樹脂組成物によって形成されたものである請求項1記載の半導体装置。

(A) 下記の一般式(1)で表されるビスフェニル型エポキシ樹脂

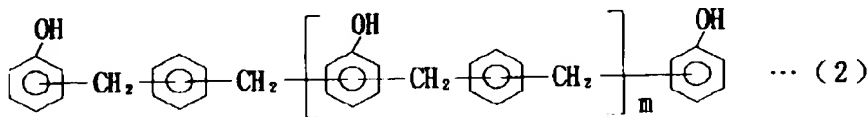
【化1】

## ※ 装置

【請求項5】 上記エポキシ樹脂組成物が(A)成分および(B)成分とともに、下記の(C)成分を含有するエポキシ樹脂組成物である請求項2～4のいずれか一項に記載の半導体装置。

(C) 下記の一般式(2)で表されるフェノール樹脂

【化2】



〔上記式(2)において、mは0または正の整数である。〕

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体素子をフェースダウン構造でマサード、あるいはドーターボード等の配線回路基板に実装した方式による半導体装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 最近の半導体デバイスの性能向上に伴う要求として、半導体素子をフェースダウン構造で、配線回路が形成されたマサード、あるいはドーターボード等の配線回路基板に実装される方法（フリップチップ方式、ダイレクトチップアタッチ方式等）が注目されている。これは、従来から用いられている方式、例えば、半導体素子から金ワイヤーでリードフレーム上にコンタクトをとり、パッケージングされた形態でマサード、あるいはドーターボード等の配線回路基板に実装する方法では、配線による情報伝達の遅れ、クロストークによる情報伝達エラー等が生ずるという問題が発生していることに起因する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 一方、上記フリップチップ方式、ダイレクトチップアタッチ方式等においては、互いの線膨張係数が異なる半導体素子と上記配線回路基板をダイレクトに電気接続を行うことから、接続部分の信頼性が問題となっている。この対策としては、半導体素子と上記配線回路基板との空隙にアンダーフィル材と呼ばれる液状樹脂材料を注入し硬化させて樹脂硬化体を形成し、電気接続部に集中する応力を上記樹脂硬化体にも分散させることにより接続信頼性を向上させる方法が採られている。しかしながら、上記フリップチップ方式の配線回路基板に設けられた電極と、半導体素子に設けられた電極との電氣的接続は、通常、両者の金属溶融によって行われるため、電気接続部に集中する応力を上記アンダーフィル材によって緩和するという効果は充分とはいえず、例えば、冷熱サイクル等のストレス試験において、上記電極に亀裂が発生する等の問題が生じるのが現状である。

【0004】 本発明は、このような事情に鑑みなされた

もので、上記半導体素子と配線回路基板および接続用電極部に生ずる応力の緩和効果に優れ、半導体素子と配線回路基板との電氣的接続信頼性に優れた半導体装置の提供をその目的とする

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の半導体装置は、複数の接続用電極部が設けられた配線回路基板面に、上記接続用電極部に対応する接続用電極部が設けられた半導体素子が、上記配線回路基板面に設けられた接続用電極部と半導体素子面に設けられた接続用電極部とが当接状態で搭載され、上記配線回路基板と半導体素子との間の空隙が封止樹脂層によって封止されてなる半導体装置であって、上記封止樹脂層が、上記の硬化物特性(X)を備えているという構成をとる

(X) 25℃における引張弾性率が0.5～500MPaである。

【0006】すなわち、本発明では、複数の接続用電極部を介在して接続された、配線回路基板と半導体素子との間の空隙に封止樹脂層が形成された半導体装置において、上記封止樹脂層自身の有する25℃における硬化物特性(X)として上記特定範囲の引張弾性率を備えるようにすることにより、配線回路基板、半導体素子および接続用電極部に発生する応力を緩和し、配線回路基板および半導体素子の反りの低減、半導体素子のクラック発生の防止、および配線回路基板に設けられた接続用電極部と半導体素子に設けられた接続用電極部との電氣的接続信頼性が向上する。また、配線回路基板面に設けられた接続用電極部と半導体素子面に設けられた接続用電極部との電氣的接続を、従来のように金属溶融によって行わず、単に当接させるだけの物理的接触によって行うため、配線回路基板と半導体素子の各線膨張係数の差異等によって生じる電極部に加わる応力を抑制することができ

【0007】さらに、本発明者らは、本発明の見出す過程において、上記特定の硬化物特性(X)を有する封止樹脂層を形成する材料として、ビフェニル型エポキシ樹脂とアクリロニトリル-ブタジエン系共重合体とを含有し、場合によりさらに特定のフェノール樹脂を用いたエポキシ樹脂組成物を用いると、低吸湿性や高接着性においてより優れた封止樹脂層が形成され、結果、吸湿後のバンプトップフェイスマルディング(VPS)等のストレス試験に対してさらに安定した電氣的接続の付与がなされることを突き止めた。

#### 【0008】

【発明の実施の形態】つきに、本発明の実施の形態を詳しく説明する

【0009】本発明の半導体装置の一例を図1に基づいて説明する。1は配線回路基板であり、この配線回路基板1の片面には複数の接続用電極部2が設けられてい

る。そして、上記接続用電極部2上に、これと対応して半導体素子5面に設けられた接続用電極部3を当接させた状態で半導体素子5が搭載されたフェイスダウン構造をとる半導体装置である。さらに、上記配線回路基板1と半導体素子3との間には封止樹脂層4が形成されている

【0010】上記配線回路基板1面に設けられた接続用電極部2と、半導体素子5面に設けられた接続用電極部3との電氣的接続は、両者を単に当接した状態(物理的接触)により電氣的接続を行っているのであって、従来のように両者を加熱して溶融させることにより溶融接続したものではない。

【0011】本発明において、接続用電極部とは、周知の電極のみでもよいが、電極とジョイントボール、ジョイントパンプ等の電極に配備される導電体を含む概念である。したがって、一般的に配線回路基板の接続用電極部と半導体素子の接続用電極部とは、両者とも電極のみで連絡されていてもよいが、通常、少なくとも一方が電極とジョイントボール(あるいはジョイントパンプ)からなる電極部であるようにして両者の電極部が連絡される。

【0012】上記複数の接続用電極部2および接続用電極部3の材質としては、特に限定するものではないが、例えば、金、銀、銅、アルミニウム、ニッケル、クロム、錫、鉛、半田、およびこれらの合金があげられる。また、上記接続用電極部の形状としては、特に限定するものではないが、配線回路基板および半導体素子の双方の接続用電極部2、3間の封止樹脂を押し出す効果の高いものが好ましく、電極部表面に凹部の少ないものが好ましい。

【0013】また、上記配線回路基板1の材質としては、特に限定するものではないが、大別してセラミック基板、プラスチック基板があり、上記プラスチック基板としては、例えば、エポキシガラス基板、ビスマレイミドトリアジン基板、ポリフェニレンエーテル基板等があげられる。

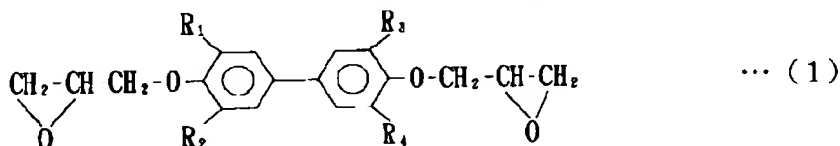
【0014】つきに、本発明の半導体装置の配線回路基板1と半導体素子5との空隙に形成される上記封止樹脂層4について説明する。

【0015】本発明において、上記封止樹脂層4形成材料としては、特に限定するものではなく各種高分子材料を用いることができ、また、液状、シート状等の固形状等があげられる。そして、上記液状の場合は、熱硬化性樹脂組成物からなるものがあげられる。また、上記シート状の場合は、熱硬化性樹脂組成物、熱可塑性樹脂組成物、感圧性樹脂組成物等、種々の樹脂組成物を用いることかできる。なかでも、液状およびシート状とも、熱硬化性樹脂組成物を用いることか特に好ましい。

【0016】上記熱硬化性樹脂組成物としては、例えば、エポキシ樹脂をベースポリマーとするエポキシ樹脂

組成物があげられる

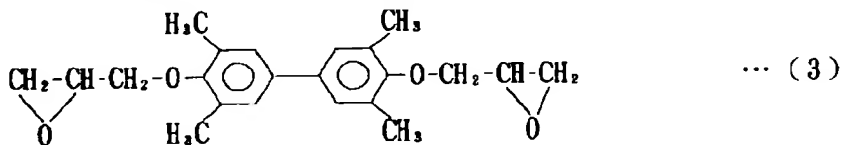
【0017】上記エポキシ樹脂としては、特に限定するものではなく、各種エポキシ樹脂があげられる。例えば、常温で固体を示すエポキシ樹脂として、ビフェニル型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールA型エポキシ樹脂等があげられ、これらは単独でもしくは2種以上併せて用いられる。特に好ましくは、濡れ性が良くなるという観点から、具体的に下記的一般式\*



〔上記式（１）において、 $R_1 \sim R_4$  は炭素数１～４のアルキル基であ  
って、互いに同じであっても異なってもよい。〕

【0019】上記一般式(1)中の $R_1 \sim R_4$ で表される炭素数1~4のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基等の直鎖状または分岐状の低級アルキル基があげられ、特にメチル基が好ましい。上記 $R_1 \sim R_4$ は互いに同一である。※

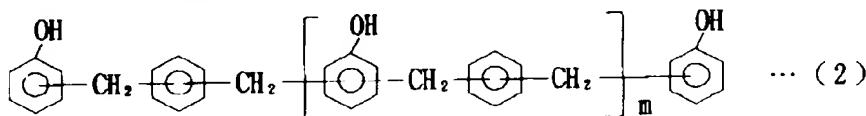
※でも異なっているもよい。なかでも、上記  $R_1 \sim R_4$  が全てメチル基である下記の式(3)で表されるビフェニル型エポキシ樹脂を用いることが特に好適である。



【００２１】上記一般式（１）で表されるビフェニル型エポキシ樹脂としては、エポキシ当量が１７７～２４０  $\text{g}/\text{eq}$ で、軟化点が８０～１３０℃のものを用いることが好ましく、なかでも、エポキシ当量が１７７～２２０  $\text{g}/\text{eq}$ で、軟化点が８０～１２０℃のものを用いることが特に好ましい。

【0022】上記ビフェニル型エポキシ樹脂とともに、他のエポキシ樹脂を併用する場合には、上記ビフェニル型エポキシ樹脂の含有量を、エポキシ樹脂成分全体の30重量%（以下「%」と略す）以上となるよう設定することが好ましく、なかでも、50%以上となるよう設定することが好ましい。

【0023】また、上記エポキシ樹脂組成物には、必要★



〔上記式(2)において、 $m$ は0または正の整数である。〕

【0025】上記一般式(2)中の繰り返し数 $m$ は、0または正の整数を示すが、特に $m$ は0～10の整数であることが好ましく、なかでも $m$ は0～8の整数であるこ

★によりエポキシ樹脂の硬化剤を配合することができる。

30 このような硬化剤としては、特に限定するものではなく、通常用いられている各種硬化剤、例えば、フェノール樹脂、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸等の酸無水物、アミン化合物等があげられ、信頼性の点から、特にフェノール樹脂が好適に用いられる。なかても、接着性等の点から、ノボラック型フェノール樹脂を用いることがより好ましい。そして、より一層良好な接着力、耐湿性等の点から、特に下記の一般式(2)で表されるフェノール樹脂を用いることが好適である。

**【 0 0 2 4 】**

40 【化5】

とがより好適である

【0026】上記一般式(2)で表されるフェノール樹脂は、例えば、アラルキルエーテルとフェノールとを、

フリーデルクラフツ触媒で反応させることにより得られる。

【0027】上記フェノール樹脂としては、特に、水酸基当量が1.47～2.50 g/e q、軟化点が60～120℃のものが好ましく、なかでも、水酸基当量が1.47～2.20 g/e q、軟化点が60～110℃のものが好適である。

【0028】上記フェノール樹脂のエポキシ樹脂に対する配合割合は、エポキシ樹脂中のエポキシ基1当量当たり、上記フェノール樹脂中の水酸基が0.7～1.3当量となるように配合することが好適であり、なかでも、0.9～1.1当量となるように配合することがより好適である。

【0029】さらに、上記エポキシ樹脂および硬化剤とともにアクリロニトリル-ブタジエン系共重合体を用いることができる。上記アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体としては、アクリロニトリル共重合体(NBR)の含有量が100%である場合のみならず、このNBRに他の共重合成分が含まれている場合をも含む広い意味での共重合体をいう。他の共重合成分としては、例えば、水添アクリロニトリル-ブタジエンゴム、アクリル酸、アクリル酸エチル、スチレン、メタクリル酸等があげられ、なかでも、金属、プラスチックとの接着性に優れる等の点で、アクリル酸、メタクリル酸が好適である。すなわち、アクリロニトリル-ブタジエン-メタクリル酸共重合体、アクリロニトリル-ブタジエン-アクリル酸共重合体が好適に用いられる。また、上記NBRにおけるアクリロニトリルの結合量は、特に、10～50%が好ましく、なかでも、15～40%のものが特に好適である。

【0030】本発明において、エポキシ樹脂組成物の全有機成分中における上記アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体の配合割合は、特に2～60%の範囲が好ましく、なかでも3～50%の範囲が好適である。すなわち、上記アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体の配合割合が2%未満であれば、半導体素子の封止用途において、冷熱サイクル下、高温高湿下の各ストレス試験において、優れた耐久性を発揮することが困難であり、逆に、60%を超えると高温下での固着力が低下する傾向がみられるからである。

【0031】本発明では、上記エポキシ樹脂組成物には、上記エポキシ樹脂、硬化剤、アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体とともに、必要に応じて他の添加剤を適宜配合することもできる。

【0032】上記他の添加剤としては、例えば、硬化促進剤があげられる。このような硬化促進剤としては、従来からエポキシ樹脂の硬化促進剤として知られている種々の硬化促進剤が使用可能であり、例えば、アミン系、イミド系、ホウ素系、ジ-ホウ素系等が硬化促進剤があげられる。なかでも、トリフェニルホウホキシド、ジアセ

ジクロウンジセン等が好適である。これらは単独でもしくは2種以上併せて用いられる。

【0033】さらに、シランカップリング剤、チタンカップリング剤、表面調整剤、酸化防止剤等の有機材料、アルミナ、シリカ、窒化珪素等の各種無機質充填剤、銅、銀、アルミニウム、ニッケル、半田等の金属粒子の無機材料、その他、顔料、染料等を用いることができる。上記無機材料の配合割合は、特に限定されるものではないが、全配合物(エポキシ樹脂組成物全体)中の85%以下に設定することが好ましく、より好ましくは80%以下である。すなわち、上記配合割合を超えて多量に配合すると、半導体素子の電極と配線回路基板の電極との電気的接合が良好に行われなくなり不都合が生じ易くなるからである。

【0034】本発明の半導体装置の封止樹脂層形成材料の製造方法について述べる。例えば、シート状封止材料は、つぎのようにして製造することができる。まず、エポキシ樹脂をはじめ、前述の各成分を所定量配合したエポキシ樹脂組成物を調製する。そして、このエポキシ樹脂組成物を、トルエン、メチルエチルケトン、酢酸エチル等の溶剤に混合溶解し、この混合溶液を離型処理したポリエスチルフィルム等の基材フィルム上に塗布する。つぎに、この塗布した基材フィルムを50～160℃で乾燥させ、トルエン等の溶剤を除去することにより、上記基材フィルム上に目的とするシート状の封止材料を製造することができる。また、他の方法として、トルエン等の溶剤を用いることなく加熱熔融して押し出すことによっても、目的とするシート状の封止材料を製造することができる。

【0035】このようにして得られたシート状封止材料としては、つぎのような特性を有していることが好ましい。すなわち、175℃におけるゲルタイムが5～300秒であることが好ましい。すなわち、5秒より短いと保存安定性に劣り、300秒を超えると生産性に劣る傾向がみられるからである。なお、上記ゲルタイムは熱板上にて測定した。

【0036】また、液状の場合は、エポキシ樹脂をはじめ、前述の各成分を所定量配合し混合することにより液状のエポキシ樹脂組成物が得られる。

【0037】このようにして得られた液状のエポキシ樹脂組成物としては、粘性を有しており、25℃における粘度が1～5000 poise (D型粘度計、回転数:1rpm)のものが好ましい。また、上記シート状封止材料と同様、175℃におけるゲルタイムが5～300秒であることが好ましい。

【0038】このようにして得られる本発明のシート状封止材料を硬化してなる硬化物は、例えば、つぎのようにして製造することができる。すなわち、上記方法により得られたシート状封止材料を100～225℃、好ましくは120～200℃で、3～300分間、好ましく

は5～180分間加熱硬化することにより、目的とする硬化物を製造することができ、なお、上記硬化条件は、後述の半導体装置の製法における封止樹脂層の形成時の加熱硬化条件と同様である。

【0039】そして、得られた硬化物は、つぎのような硬化物特性(X)を備えていなければならない。

(X) 25℃における引張弾性率が0.5～500MPaである。

【0040】より好ましくは25℃における引張弾性率が1～200MPaである。このような範囲に設定することにより、冷熱サイクル下において、半導体素子、配線回路基板、接続用電極部にかかる応力をバランスよく緩和することができる。すなわち、25℃における引張弾性率が0.5MPa未満では、半導体素子と配線回路基板間の十分な固着力が得られず、25℃における引張弾性率が500MPaを超えると、応力緩和効果に劣り、半導体素子にクラックが発生する場合が生じるからである。

【0041】なお、上記25℃における引張弾性率は、JIS-K6900に準じて測定される値であって、具体的には、万能引張試験機（オートグラフ、島津製作所製）によって測定される。

【0042】本発明の半導体装置は、先に述べたように、配線回路基板上に、配線回路基板に設けられた接続用電極部、および、半導体素子に設けられた接続用電極部を介して半導体素子が搭載され、上記配線回路基板と半導体素子との間の空隙が封止樹脂層によって封止されたフェイスダウン構造を有するものであって、このような半導体装置の製法の一例を以下に説明するか、これに限定するものではない。

【0043】まず、封止樹脂層形成材料としてシート状封止材料を用いた場合について述べる。すなわち、図2に示すように、複数の接続用電極部2が設けられた配線回路基板1上に、上記接続用電極部2を介して固形のシート状封止材料10を載置する。ついで、図3に示すように、上記シート状封止材料10上の所定位置に、複数の球状の接続用電極部3が設けられた半導体素子5を配置し、加熱および加圧することによって上記両接続用電極部2、3間に存在するシート状封止材料10を加熱溶融し押し出して、両接続用電極部2、3を当接して電気的接続を行うとともに、溶融したシート状封止材料10の硬化を行って封止樹脂層4を形成することにより、配線回路基板1と半導体素子5の電気的接続および固着を完了する。このようにして、図1に示す半導体装置を製造する。

【0044】上記シート状封止材料10の大きさとしては、上記搭載される半導体素子5の大きさ（面積）により適宜に設定され、通常、半導体素子5の大きさ（面積）とほぼ同じに設定することが好ましい。

【0045】また、上記シート状封止材料10の厚み

は、特に限定されるものではないが、半導体素子5と配線回路基板1との空隙を充填し、かつ、接続用電極部2、3間の電気的接続を妨げないように適宜に設定することができ、通常、5～200μm、好ましくは10～120μmに設定される。

【0046】一方、封止樹脂層形成材料として液状封止材料を用いた場合について述べる。すなわち、図4に示すように、複数の接続用電極部2が設けられた配線回路基板1上に、液状封止材料11を設置する。ついで、図5に示すように、上記液状封止材料11上の所定位置に、接続用電極部3が設けられた半導体素子5を配置し、加圧することによって上記両接続用電極部2、3間に存在する液状封止材料11を押し出し、両接続用電極部2、3を当接して電気的接続を行うとともに、上記液状封止材料11の硬化を行って封止樹脂層4を形成することにより、配線回路基板1と半導体素子5の電気的接続および固着を完了する。このようにして、図1に示す半導体装置を製造する。

【0047】上記封止材料（シート状および液状とも）を上記半導体素子5と上記配線回路基板1との間の空隙内に充填する際には、上記のように加圧することが好ましく、その加圧条件としては、接続用電極部2、3の材質および個数等や、温度によって適宜に設定されるが、具体的には0.01～0.5kgf/個の範囲に設定され、好ましくは0.02～0.3kgf/個の範囲に設定される。

【0048】上記半導体装置の製法では、配線回路基板1を下方にして、その上方に半導体素子5を搭載するという位置関係に基づいて説明したが、これに限定するものではなく、反対の位置関係、すなわち、半導体素子5を下方にして、その上方に配線回路基板1を搭載するという位置関係であってもよい。

【0049】そして、上記半導体装置の製法においては、配線回路基板1に設けられた接続用電極部2、および、半導体素子5に設けられた接続用電極部3の、各接続用電極部2、3が溶融する温度未満に設定して行われる。このような温度設定によって、両接続用電極部2、3が溶融せずに当接状態となり電気的接続が行われる。そして、加熱方法としては、赤外線ヒーター、乾燥機、温風機、熱板等があげられる。

【0050】すなわち、本発明の半導体装置の特徴の一つは、半導体素子5と配線回路基板1との電気的接続が、上記のように、両接続用電極部2、3の当接によってなされている点にある。通常のフリットチップ方式の半導体装置においては、予め配線回路基板1と半導体素子5との電気的接続を行い、その後、アンダーフィルと呼ばれる樹脂封止を行う工程順序をとる。このため、配線回路基板1と半導体素子5との電気的接続は、両接続用電極部2、3の溶融による金属接合によることが不可欠となる。これに対して、本発明の半導体装置は、配線

回路基板1と半導体素子5との電気的接続（両接続用電極部2、3の当接）と、配線回路基板1と半導体素子5との固着とを同一工程にて行うため、両接続用電極部2、3を溶融接合する必要がない。したがって、本発明の半導体装置は、配線回路基板1の線膨張係数と半導体素子5の線膨張係数の差異等によって生じる両電極部2、3に加わる応力を抑制するという優れた効果を備えている。

【0051】また、本発明の半導体装置のもう一つの特徴は、先に述べたように、上記形成された封止樹脂層4が、下記の硬化物特性（X）を備えていることである。

（X）25℃における引張弾性率が0.5～500MPaである。

【0052】このように上記25℃での引張弾性率を特定範囲に規定することにより、配線回路基板1、半導体素子5および接続用電極部2、3に発生する応力を緩和し、配線回路基板1および半導体素子5の反りを低減し、半導体素子5のクラックの発生を防止し、さらに配線回路基板1に設けられた接続用電極部2と半導体素子5に設けられた接続用電極部3との電気的接続信頼性が向上する。

【0053】すなわち、封止樹脂層4の25℃における引張弾性率の範囲を規定することにより、配線回路基板1の線膨張係数と半導体素子5の線膨張係数の差異によって生じる、配線回路基板1および半導体素子5の反りを低減することが可能となり、反りにともなって発生する両接続用電極部2、3の抵抗増大を抑制する効果を発揮する。さらに、配線回路基板1および半導体素子5の反りによって発生するクラック等の欠陥を抑えることも可能となる。

【0054】さらに、上記硬化物特性に加えて、上記封止樹脂層4としては、吸水率が1.5%以下であることが好ましい。より好ましくは吸水率が1.2%である。また、上記封止樹脂層4に含まれるイオン性不純分（例\*

\*例えば、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ）が

各50ppm以下であることが好ましい。上記吸水率の測定は、その硬化物を85℃・85%RHで168時間放置した後、微量水分測定器（平沼水分測定装置AQ-5、平沼産業社製）にて行った。また、上記イオン性不純分の測定は、硬化物を粉砕し、121℃の純水にて24時間抽出し、イオンクロマトグラフィーによって測定した。

【0055】そして、上記のようにして製造された半導体装置において、半導体素子5の大きさは、通常、幅2～20mm×長さ2～30mm・厚み0.1～2mmに設定される。また、半導体素子5を搭載する配線回路が形成された配線回路基板1の大きさは、通常、幅10～70mm・長さ10～70mm・厚み0.05～3.0mmに設定される。そして、溶融した封止用樹脂が充填される、半導体素子5と配線回路基板1の空隙の両者間の距離は、通常、5～200μmである。

【0056】本発明の半導体装置において、シート状あるいは液状の封止樹脂層形成材料を介して、半導体素子と配線回路基板の両電極部を当接させ、上記封止樹脂層形成材料を加熱して、好ましくは加熱とともに加圧して硬化させることは前述のとおりである。

【0057】上記加圧は、好ましくは半田等の接続用電極部を偏平化しつつ、または偏平化した後、封止用樹脂を硬化させる。

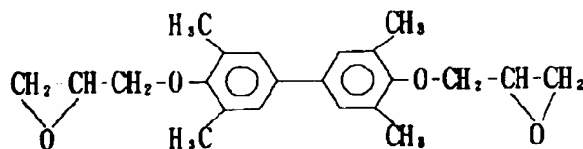
【0058】つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

【0059】まず、実施例に先立って、下記に示す各成分を準備した。

【0060】〔エポキシ樹脂a1〕下記の構造式で表されるビスフェニル型エポキシ樹脂

【0061】

【化6】



エポキシ当量：195g/eq、軟化点：105℃

【0062】〔エポキシ樹脂a2〕クレイパックスポラック型エポキシ樹脂（エポキシ当量：195g/eq、軟化点：80℃）

【0063】〔エポキシ樹脂a3〕ビスフェニルA型エポキシ樹脂（エポキシ当量：185g/eq）

【0064】〔アクリロニトリル-ブタジエン系共重合体〕アクリロニトリル-ブタジエン-メタクリル酸共重合体【ムーニー粘度：50、結合アクリロニトリル含量：30%、結合カルボキシ基量：0.05ephr（ゴム100g当たりのモル数）】

【0065】〔液状アクリロニトリル-ブタジエンゴム〕液状NBR（粘度：1000poise（at25℃））

【0066】〔ブタジエン〕ポリブタジエン-ブタジエン共重合体

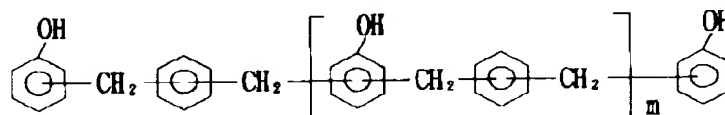
【0067】〔トリアリルイソシアヌレート〕

【0068】〔パーオキシサイド〕

【0069】〔フェニール樹脂〕下記の構造式で表されるフェニール樹脂（水酸基当量：175g/eq、軟化点75℃）

1-4

【化7】


$$m = 0 \sim 30$$

\*で配合しエポキシ樹脂組成物を調製した。このエポキシ

樹脂組成物をメチルエチルケトンに混合溶解し、この混合溶液を離型処理したポリエステルフィルム上に塗布した。つぎに、上記混合溶液を塗布したポリエステルフィルムを120℃で乾燥させ、メチルエチルケトンを除去することにより、上記ポリエステルフィルム上に目的とする厚み100 $\mu$ mのシート状封止材料を作製した。

【００７６】〔液状封止材料の作製：実施例７～１０、比較例６〕下記の表１～表３に示す割合で配合して混合することにより目的とする液状封止材料を作製した。

【 0 0 7 7 】

【表 1】

(重量部)

〔シート状封止材料の作製：実施例 1～6、比較例 1～5〕下記の表 1～表 3 に示す各成分を、同表に示す割合＊

[illegible]

【表2】



## (重量部)

		実 施 例		
		8	9	10
エポキシ樹脂	a 1	—	—	—
	a 2	—	—	—
	a 3	31.7	21.1	31.7
フェノール樹脂		—	—	—
メチルテトラヒドロキシルベンゼン		28.3	18.9	28.3
アクリロニリル-ブタジエン系重合体		—	—	—
液状NBR		40	60	40
フッ素ゴム		—	—	—
トリアリルイソシアレート		—	—	—
パーオキサイド		—	—	—
硬化促進剤	d 1	—	—	—
	d 2	0.03	0.02	0.03
無機質充填剤		42.9	—	66.7
封止材料の形態		液状	液状	液状

【0079】

【表3】

(重量部)

		比較例					
		1	2	3	4	5	6
エポキシ樹脂	a 1	5.3	39.5	—	10.6	36.9	—
	a 2	—	—	26.4	—	—	—
	a 3	—	—	—	—	—	52.9
フェノール樹脂		4.7	35.5	23.6	9.4	33.1	—
メチルテトラヒドロキソル		—	—	—	—	—	47.1
アクリロトリル-ブタジエン共重合体		90	25	50	80	30	—
液状NBR		—	—	—	—	—	—
フッ素ゴム		—	—	—	—	—	—
トリアルイソシアレート		—	—	—	—	—	—
パーオキサイド		—	—	—	—	—	—
硬化促進剤	d 1	0.1	0.71	0.47	0.18	0.66	—
	d 2	—	—	—	—	—	0.05
無機質充填剤		—	—	150.7	—	66.7	—
封止材料の形態		シート状	シート状	シート状	シート状	シート状	液状

【0080】このようにして得られた各実施例および比較例のシート状封止材料、液状封止材料を用い、前述の半導体装置の製法に従って半導体装置を製造した。すなわち、シート状封止材料を用いる場合は、図2に示すように、接続用電極部2（材質：半田、融点：183℃、形状：直径150μm×高さ30μmの円柱形）が設けられた配線回路基板1（厚み1mmのガラスエポキシ基板）上に、上記シート状封止材料10を載置した後、図3に示すように、上記シート状封止材料10上の所定の位置に、接続用電極部3（材質：半田、融点：260℃、形状：直径100μm×高さ90μmの球形）を設けた半導体素子5（厚み：350μm、大きさ：13mm×9mm）を載置した。その後、加熱温度150℃×荷重0.1kgf/電極個数×1分の条件でシート状封止材料を加熱溶融して、配線回路基板1と半導体素子5との空隙内に溶融状態の樹脂を充填して仮固着するとともに上記双方の接続用電極部2、3を当接し、その後、熱硬化（条件：150℃×60分）することにより、図1に示すように、上記空隙が封止樹脂層4で樹脂封止された半導体装置を各例8個ずつ作製した。

【0081】また、液状封止材料を用いる場合は、図4に示すように、接続用電極部2（材質：半田、融点：1

83℃、形状：直径150μm×高さ30μmの円柱形）が設けられた配線回路基板1（厚み1mmのガラスエポキシ基板）上に液状封止材料11を設置した後、図5に示すように、上記液状封止材料11上の所定位置に、接続用電極部3（材質：半田、融点：260℃、形状：直径100μm×高さ90μmの球形）を設けた半導体素子5（厚み：350μm、大きさ：13mm×9mm）を載置した。その後、加熱温度150℃×荷重0.1kgf/電極個数×1分の条件で配線回路基板1と半導体素子5との空隙内に樹脂を充填して上記液状封止材料をゲル化させ仮固着するとともに上記双方の接続用電極部2、3を当接し、その後、熱硬化（条件：150℃×60分）させることにより、図1に示すように、上記空隙が封止樹脂層4で樹脂封止された半導体装置を各例8個ずつ作製した。

【0082】得られた半導体装置全てについて、初期の通電試験を25℃にて行い、さらに、その半導体装置を各例4個ずつ用いて、サーマル・ショックテスト（TST試験（条件：-55℃×5分⇔125℃×5分）500サイクルを行った（各例4個ずつ）後に、再度、通電試験および半導体素子クラックの有無検査を行い、その結果を下記の表4～表6に示した。

【0083】また、上記TST試験を行わなかった各例4個のサンプルについて、PCT（プレッシャー・クッカー・テスト）121℃×100%RHの環境下で168時間保管した後、通電試験を行った。その結果を下記の表4～表6に併せて示した。

【0084】一方、上記各実施例および比較例で得られたシート状封止材料および液状封止材料のみを150℃＊

＊×60分の条件で加熱して硬化物を得た。この各硬化物の25℃における引張弾性率を、万能引張試験機（オートグラフ、島津製作所社製）を用いて測定した。これらの結果を下記の表4～表6に併せて示した。

【0085】

【表4】

	実 施 例						
	1	2	3	4	5	6	7
引張弾性率 (MPa)	30	300	20	1	0.5	500	20
初期通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
TST後の通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
TST後チップクラック発生 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
PCT後通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4

【0086】

【表5】

	実 施 例			比 較 例			
	8	9	10	1	2	3	4
引張弾性率 (MPa)	200	0.5	500	0.2	1000	2000	0.3
初期通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4	0/4
TST後の通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	2/4	3/4	0/4
TST後チップクラック発生 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	0/4	2/4	3/4	0/4
PCT後通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4	0/4	4/4	0/4	0/4	4/4

【0087】

【表6】

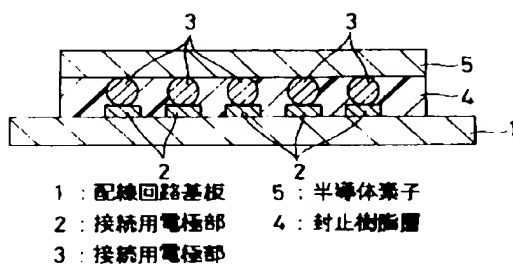
	比較例	
	5	6
引張弾性率 (MPa)	600	5000
初期通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4
TST後の通電試験 (不良数/4個)	1/4	4/4
TST後チップクラック発生 (不良数/4個)	1/4	4/4
PCT後通電試験 (不良数/4個)	0/4	0/4

【0088】上記表4～表6の結果、実施例品に関しては、初期の通電試験、および、TST試験後の通電試験、TST試験後の半導体チップクラック状態、PCT後の通電試験の各試験の全てにおいて不良が全く発生しなかったことが確認された。これに対して、比較例品は、上記各試験項目の少なくともいずれかにおいて、不良が発生していることが確認された。このことから、実施例品は、初期通電試験や、TST試験およびPCT等のストレス試験に対して安定した通電を確保していることが明らかである。

#### 【0089】

【発明の効果】以上のように、本発明では、複数の接続用電極部を介して接続された、配線回路基板と半導体素子との間の空隙に封止樹脂層が形成された半導体装置において、上記封止樹脂層自身の有する25℃における硬化物特性(X)として上記特定範囲の引張弾性率を備えるようにすることにより、配線回路基板、半導体素子および接続用電極部に発生する応力を緩和し、配線回路基板および半導体素子の反りの低減、半導体素子のクラック発生の防止、および配線回路基板に設けられた接続\*

【図1】



\* 用電極部と半導体素子に設けられた接続用電極部との電氣的接続信頼性が向上する。また、配線回路基板面に設けられた接続用電極部と半導体素子面に設けられた接続用電極部との電氣的接続を、従来のように金属溶融によって行わず、単に当接させるだけの物理的接触によって行うため、配線回路基板と半導体素子の各線膨張係数の差異等によって生じる電極部に加わる応力を抑制することかできる。

【0090】そして、上記特定の硬化物特性(X)を有する封止樹脂層を形成する材料として、ビフェニル型エポキシ樹脂とアクリロニトリル-ブタジエン系共重合体とを含有し、場合によりさらに特定のフェノール樹脂を用いたエポキシ樹脂組成物を用いると、低吸湿性や高接着性においてより優れた封止樹脂層が形成され、結果、PCT等のストレス試験に対してさらに安定した電氣的接続の付与がなされる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の一例を示す断面図である。

【図2】上記半導体装置の製造工程を示す説明断面図である。

【図3】上記半導体装置の製造工程を示す説明断面図である。

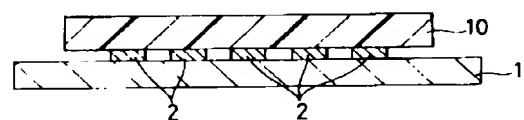
【図4】上記半導体装置の他の製造工程を示す説明断面図である。

【図5】上記半導体装置の他の製造工程を示す説明断面図である。

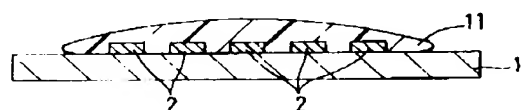
#### 【符号の説明】

- 1 配線回路基板
- 2 接続用電極部
- 3 接続用電極部
- 4 封止樹脂層
- 5 半導体素子
- 10 シート状封止材料
- 11 液状封止材料

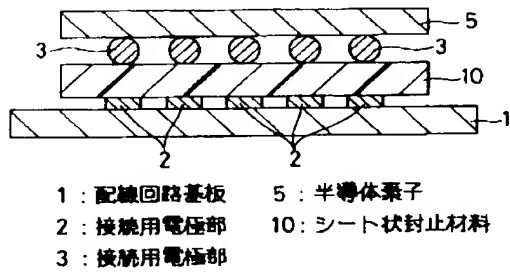
【図2】



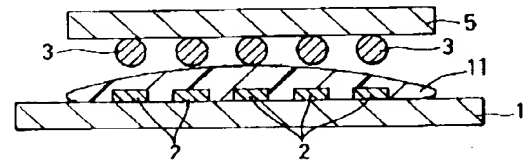
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/60  
23/28

3 1 1

H 0 1 L 23/28

Z

(72) 発明者 伊藤 達志

大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11017075 A**

(43) Date of publication of application: **22 . 01 . 99**

(51) Int. Cl.

**H01L 23/29**  
**H01L 23/31**  
**C08L 33/20**  
**C08L 63/00**  
**C08L 65/00**  
**H01L 21/60**  
**H01L 23/28**

(21) Application number: **10117431**

(22) Date of filing: **27 . 04 . 98**

(30) Priority: **28 . 04 . 97 JP 09111321**

(71) Applicant: **NITTO DENKO CORP**

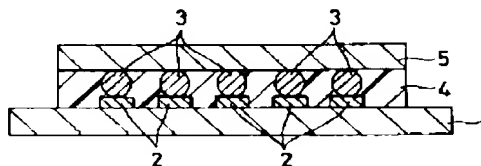
(72) Inventor: **KUWAMURA MAKOTO**  
**MIZUTANI MASANORI**  
**NORO KOJI**  
**ITO TATSUSHI**

(54) **SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor device which can have an excellent effect of relaxing a stress caused in a semiconductor element, a wiring circuit board and connecting electrodes, with a high reliability.

**SOLUTION:** A semiconductor element 5 having connecting electrodes 3 is mounted on a wiring circuit board 1 having a plurality of connecting electrodes 2, so that the connecting electrodes 2 on the board 1 abut against the corresponding connecting electrodes 3 on the element 5, and so that a gap between the board 1 and element 5 is sealingly filled with a sealing resin layer 4. The sealing resin layer 4 has curing characteristics having a tensile modulus of 0.5-500 MPa at 25°C.



COPYRIGHT. (C)1999.JPO